



Sveriges  
lantbruksuniversitet

Gunnar Torstensson, Helena Aronsson och Erik Ekre

## **Kväve- och fosforutlakning efter potatis – utlakning efter olika potatistyper**

### **Slutrapport**



---

**Ekohydrologi 127**

**Uppsala 2011**

**Institutionen för Mark och miljö**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Soil and Environment**

ISRN SLU-VV-EKOHYD-127-SE  
ISSN 0347-9307

---





---

Sveriges  
lantbruksuniversitet

Gunnar Torstensson, Helena Aronsson och Erik Ekre

**Kväve- och fosforutlakning efter potatis – utlakning efter  
olika potatistyper**  
Slutrapport

---

**Ekohydrologi 127**

**Uppsala 2011**

**Institutionen för Mark och miljö**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Soil and Environment**

ISRN SLU-VV-EKOHYD-127-SE  
ISSN 0347-9307

---

## **TILLKÄNNAGIVANDEN**

Det redovisade försöket har bedrivits med medel från Institutionen för Mark och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet. Projektet har varit ett samarbetsprojekt mellan avdelningen för Biogeofysik och vattenvård, vid SLU och Hushållningssällskapet i Halland.

Försöksledarna Erik Ekre och Magnus Håkansson har tillsammans med sina medarbetare på Hushållningssällskapet ansvarat för den praktiska skötseln av försöksfält, mätutrustning samt provtagning av vatten, jord och grödor.

Jordprover för mineralkvävebestämning har extraherats vid Hushållningssällskapet. Gröd och skördeprover samt jordextrakt har analyserats vid avdelningen för Växtnäring och markbiologi, SLU. Vattenprover har analyserats vid vattenlaboratoriet vid Inst. för Mark och miljö.

Innehållet i denna rapport har sammanställts, bearbetats och presenterats av Gunnar Torstensson och Helena Aronsson, avdelningen för Biogeofysik och vattenvård, institutionen för Mark och miljö, SLU.

Författarna ber att få framföra ett varmt tack till alla som medverkat till finansiering, utförande och analyser.

## **Kväve- och fosforutlakning efter potatis – utlakning efter olika potatistyper**

Gunnar Torstensson, Helena Aronsson, inst. för Mark och miljö, SLU, Uppsala  
Försöksledare Erik Ekre, Hushållningssällskapet i Halland.

### **BAKGRUND**

Att potatisodling kan ge upphov till tämligen stor kväveutlakning är vid det här laget välkänt. Det har bland annat visat sig vid studier i specialtäckdikade försök i Halland och Västergötland (Hessel *et al.*, 1999; Aronsson *et al.*, 2003; Torstensson, 2003). I flera av fallen har matpotatis ingått i odlingssystem med användning av stallgödsel och/eller där fånggröda med vårplöjning tillämpats. Frågan har väckts huruvida resultaten verkligen är helt representativa för potatisodling generellt i södra Sverige. Studier i försök utan utlakningsmätningar, men där utlakningsrisken bedömts från jordprovtagningar efter skörd har ansetts visa på lägre utlakningsrisk än i de försök som nämnts ovan. Även resultaten från ett tidigare försök vid Böslid med ren handelsgödselanvändning antydde något lägre kväveutlakningsnivåer i absoluta tal mätt (Börje Lindén, pers. kom.).

Med olika typer av potatis avses här en grov indelning efter sort och skördetid i färsk-, sommar-, mat- och stärkelsepotatis. Färskpotatisen skördas under (maj)-juni månad, sommarpotatis under juli-augusti, matpotatis under september och stärkelsepotatis under oktober månad.

De olika typerna av potatis odlas på olika sätt, med olika kvävenivåer och de har stora skillnader vad gäller tillväxtperiodens längd, vilket kan ge helt olika förutsättningar ur kväveutlakningssynpunkt. Det viktigaste är dock att skillnaderna i odlingssätt, och framför allt skillnaderna i den ”ej potatisbevuxna” tidsperiodens längd efter skörd, kan göra att helt olika åtgärder lämpar sig bäst för att effektivt och ekonomiskt realistiskt kunna minska kväveutlakningen efter potatisen. I utlakningsstudierna har generellt höstråg eller rågvete använts som fånggröda efter matpotatis för att minska utlakningsrisken. Ett argument mot att använda stråsädesfånggrödor är att de kan bli en s.k. brygga för växtföljdsskadegörare mellan olika grödor. Från odlarhåll finns starka önskemål om att kunna använda andra typer av fånggrödor. En del arbete har gjorts för att ta fram alternativa fånggrödor (Karlsson\_Strese *et al.*, 1996) men dessa har inte tidigare studerats i försök där utlakningen kunnat mätas.

Det första steget i att kunna utveckla effektiva motåtgärder för olika potatistyper är att klarlägga de skillnader i utlakningshänseende som sannolikt finns mellan dessa. Det som är intressant att ta reda på, är hur kväveutlakningen vid potatisodling ser ut idag, med den odlings teknik som bedöms som nu dominerande praxis för resp. typ av potatis. Idag är t.ex. sådd av fånggröda (t.ex. oljerättika) efter färskpotatis oftast en normal åtgärd på Bjärehalvön.

Potatis behöver tämligen stora fosforgivor, bl.a. ur kvalitetssynpunkt. I de ovan nämnda försöken där matpotatis odlats har trots en kraftig fosforgödsling medelutlakningen av fosfor ofta varit lägre efter potatis än efter flertalet andra grödor. Orsaken till detta är för närvarande okänd. Då fånggröda odlas efter skörd finns viss risk för ökat fosforläckage beroende på lakning/utfrysning från avslaget eller frostsakat fånggrödematerial. Risken för ökad fosforutlakning är troligen större vid odling av ett ej övervintrande växtslag som oljerättika, än vid odling av höstsäd som eftergröda.

## PROJEKTETES MÅL

Målet med projektet var att klarlägga förekommande skillnader mellan de olika potatistyperna och i relation till odling av vårkorn vad gäller:

- Ansamling av mineralkväve i marken under perioden mellan skörd av potatis och sen höst.
- Kväveutlakningen under den efterföljande vinterperioden.
- Påverkan på fosforutlakningen vid odling av oljerättika som fånggröda efter tidig potatis.

## MATERIAL OCH METODER

### Försöksplan och uppläggning

Försöksplanen omfattade totalt fem försöksled med tre upprepningar (block). I fyra av leden odlades potatis och i ett led odlades vårkorn följt av sen höstbearbetning som referensgröda för det aktuella utlakningsåret (Tabell 1). Försöket upprepades tre år i följd på nya försöksrutor varje år. Förfrukten var varje år normalgödslat vårkorn utan fånggröda och där jordbearbetningen efter vårkornet gjorts i månadsskiftet oktober-november. Gödsling med fosfor och kalium etc. anpassades efter aktuella markkarteringsvärden och praxis för resp. potatistyp. Grundgödslingen vid sättning utfördes med radmyllningsteknik. Växtskyddsåtgärder utfördes efter behov och enligt gällande praxis.

Målsättningen vara att fånggrödan (oljerättika i led A resp. rågvete i led B och C) skulle sås så snart efter potatisskörden som väderlek etc. tillät. Sådden av fånggröda föregicks av bara en ytlig tilljämning och bearbetning så att en god såbädd erhöles. Innan oljerättikan hann gå i frö, eller skadas av frost på senhösten, putsades fånggrödan av. Oljerättikan brukades ner i månadsskiftet november-december, medan leden med rågvete som fånggröda (led B och C) liksom ledet med stärkelsepotatis (led D) bearbetades först efterföljande vår.

Tabell 1. Beskrivning av försöksled

| Led | Gröda (Typ)      | Planerad N-gödsling (kg/ha) | Måltidpunkt<br>Potatisskörd | Höst-växande<br>gröda | Bearbetning |
|-----|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------|
| A   | Färskpotatis     | 70                          | Juni                        | Oljerättika           | 1 nov       |
| B   | Sommarpotatis    | 100                         | Juli-Augusti                | Rågvete               | Nästa vår   |
| C   | Vinterpotatis    | 130                         | September                   | Rågvete               | Nästa vår   |
| D   | Stärkelsepotatis | 160                         | Oktober                     | —                     | Nästa vår   |
| E   | Vårkorn          | 90                          | —                           | —                     | 1 nov       |

### Försöksplats

Försöket genomfördes vid Hushållningssällskapets gård Lilla Böslid i södra Halland. Regionens normala årsmedeltemperatur är 7,2°C och har en årlig normalnederbörd på 803 mm (Halmstad 1961-90). Jordarten är sandig grovmo med en lerhalt på 9% i matjorden. Försöksfältet består av totalt 36 parceller (18x20 m vardera), varav 12 parceller användes för potatisodling vardera året (figur 1). Referensledet använde 3 av de parceller med vårkorn som skulle komma att användas för potatis efterföljande år.

## Mätningar och provtagningar

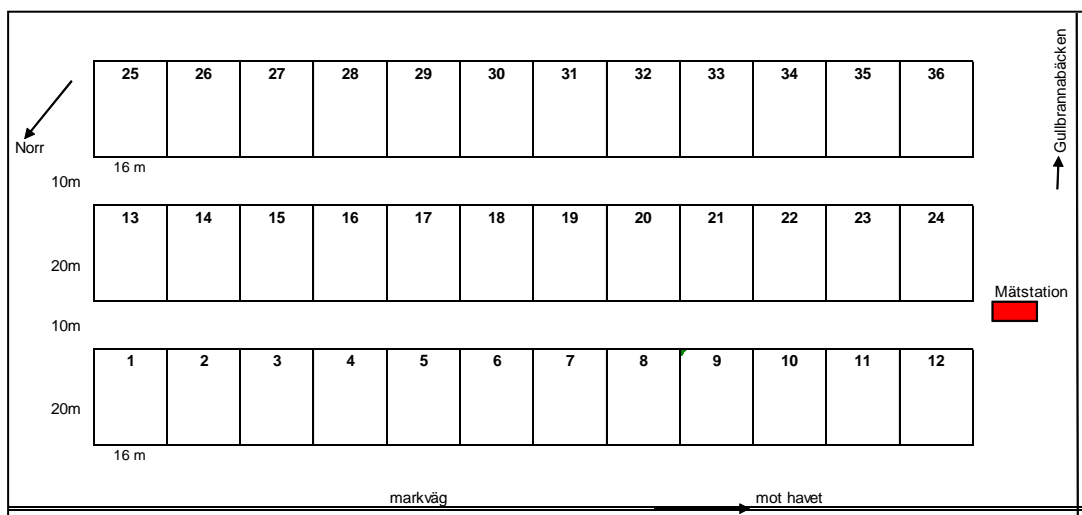
### Utlakningsmätning

Parcellerna är individuellt dränerade och avskärmade i sidled med plastbarriärer under plogdjup. Dräneringsvattnet leds till en mätstation där flödesmätning och flödesproportionell samlingsprovtagning sker (1 delprov per 0,1 mm avrinning). Analysprov från de flödesproportionella samlingsproven togs ut var 14:e dag då avrinning förekommit under provsamlingsperioden. Vattenproverna analyserades med avseende på totalkväve (SS-EN 12260-1, modifierad) och totalfosfor (Foss Application Note 5241) vid Vattenlaboratoriet, inst, för Mark och miljö vid SLU. Utlakningen (kg/ha) beräknas genom att det aktuella provets koncentrationer av kväve och fosfor multiplicerades med resp. dygnsavrinning under perioden mellan föregående prov och det nu aktuella. Dygnsutlakningarna summerades sedan till månads- eller årsutlakning. Årsutlakningen beräknas för perioden 1 maj odlingsåret till 30 april efterföljande år för att bäst kunna relatera utlakningen till odlingsårets gröda. Parcellvisa medelkoncentrationer (månad eller år) beräknades genom att dividera periodens beräknade utlakning med periodens uppmätta avrinning (integrerade medelkoncentrationer). Ledvis medelkoncentrationer, avrinning och utlakning beräknades som aritmetiska medelvärden av de parcellvisa resultaten.

### Skördemätningar, kväveinnehåll i skörderester

Mognadsgraden hos färsk- sommar- och matpotatis kontrollerades före skörd. Specifika vikten skulle inte understiga 1060g. Potatisskörden mättes genom att 3 slumpvis valda provrader skördades på normalt försöksmässigt sätt i varje parcell. Parcellvis provtagning och analys av ts-halt och total-N samt knölstorleksfördelning. Vårkornet i referensledet provskördades med 1 drag per parcell på försöksmässigt sätt. Skörden av kärna resp. halm vägdes och provtogs parcellvis för analys av ts-halt och total-N.

Före skörd av färsk- och sommarpotatis, respektive för blastdödning i mat- och stärkelsepotatis, klipptes 1 blastskördeprov om 10 stånd i varje parcell för bestämning av blastmängd, blastens kväveinnehåll och C/N-kvot. Samtidigt mättes och beräknades aktuellt medelvärde för plant- och radavstånden i varje parcell så att kväveinnehållet i blastprovet kunde ytrelateras.



Figur 1. Försöksfältet (sandjordförsöket) på Lilla Böslid med rutarnas blockvisa fördelning och mätstationens placering.

### Provtagning av fånggrödor

Fånggrödornas tillväxt, kväveinnehåll och C/N-kvot i ovanjordiska delar mättes och provtogs på hösten. Den första provtagningen i led A (oljerättika) gjordes genom att skörda 1 drag per parcell med vallskördemaskin. Rågvete-brodden liksom eventuell återväxt av oljerättika, provtogs omedelbart före den sena höstbearbetningen genom parcellvis klippning av 3 slumpvis utlagda ytor á 0,25 m<sup>2</sup>, sammanslagna till 1 prov per parcell. Prov togs ut för analys av ts-halt, total-N och total-C vid Inst. för Mark och miljö, SLU.

### Mineralkväve i marken

Parcellvis provtagning för bestämning av mineralkväveinnehåll i marken (0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm) gjordes före sättnings/sådd på våren, i anslutning till resp. potatisskörd och före bearbetning på senhösten. Jordproverna djupfrysades (-18°) omedelbart efter provtagning. Proverna invägdes och extraherades vid Hushållningssällskapets laboratorium vid Lilla Böslid varefter extrakten skickades för analys vid inst. för Mark och miljö vid SLU.

### Odlingsåtgärder, huvudgrödor och fånggröda

Gödsling till de olika årens huvudgrödor, sorter och datum för olika odlingsåtgärder redovisas i tabellerna 2 och 3. Variationen i kvävegödsling till vårkornet berodde på ett misstag i försöksplaneringen. Kemisk ogräs- och bladmögelbekämpning utfördes efter behov och enligt gällande praxis.

Tabell 2. Använda sorter samt datum för olika odlingsåtgärder

| Led  | Huvudgröda    | Sort huvudgr. | Sättning/sådd | Upp-komst | Blast-dödning | Skörd  | Sådd fångg |
|------|---------------|---------------|---------------|-----------|---------------|--------|------------|
| 2007 |               |               |               |           |               |        |            |
| A    | Färskpotatis  | Solist        | 07-maj        | i.u.      | –             | 16-jul | 26-jul     |
| B    | Sommarpot.    | Faxse         | 07-maj        | 31-maj    | i.u.          | 14-aug | 22-okt     |
| C    | Matpotatis    | Sava          | 07-maj        | 02-jun    | i.u.          | 08-okt | 22-okt     |
| D    | Stärkelsepot. | Kuras         | 08-maj        | 03-jun    | i.u.          | 26-okt | –          |
| E    | Vårkorn       | Prestige      | 04-apr        | 20-apr    | –             | 14-aug | –          |
| 2008 |               |               |               |           |               |        |            |
| A    | Färskpotatis  | Rocket        | 21-apr        | i.u.      | –             | 26-jun | 09-jul     |
| B    | Sommarpot.    | Faxse         | 07-maj        | 01-jun    | 15-aug        | 28-aug | 08-sep     |
| C    | Matpotatis    | Sava          | 07-maj        | 03-jun    | 29-aug        | 29-sep | 31-okt     |
| D    | Stärkelsepot. | Kuras         | 07-maj        | 04-jun    | 27-okt        | 03-nov | –          |
| E    | Vårkorn       | Prestige      | 28-apr        | 12-maj    | –             | 15-aug | –          |
| 2009 |               |               |               |           |               |        |            |
| A    | Färskpotatis  | Solist        | 08-apr        | 30-apr    | –             | 16-jun | 23-jun     |
| B    | Sommarpot.    | Faxse         | 28-apr        | 18-maj    | –             | 07-aug | 22-sep     |
| C    | Matpotatis    | Sava          | 27-apr        | 20-maj    | 14-aug        | 16-sep | 22-sep     |
| D    | Stärkelsepot. | Kuras         | 11-maj        | 03-jun    | 14-sep        | 13-okt | –          |
| E    | Vårkorn       | Henley        | 08-apr        | 24-apr    | –             | 13-aug | –          |

i.u.: Ingen uppgift



Tabell 3. Gödsling med N, P och K till de olika huvudgrödorna, (kg/ha)

| Led | Huvudgröda.   | Månad | 2007 |    |     | 2008 |    |     | 2009 |    |     |
|-----|---------------|-------|------|----|-----|------|----|-----|------|----|-----|
|     |               |       | N    | P  | K   | N    | P  | K   | N    | P  | K   |
| A   | Färskpotatis  | April | 70   | 44 | 165 | 70   | 44 | 165 | 70   | 44 | 165 |
| B   | Sommarpot.    | Maj   | 70   | 44 | 165 | 70   | 44 | 165 | 70   | 44 | 165 |
|     |               | Juni  | 30   |    | 60  | 30   |    | 100 | 30   |    | 105 |
| C   | Matpotatis    | Maj   | 70   | 44 | 165 | 70   | 44 | 165 | 70   | 44 | 165 |
|     |               | Juni  | 60   |    | 160 | 60   |    | 165 | 60   |    | 165 |
| D   | Stärkelsepot. | Maj   | 70   | 44 | 165 | 70   | 44 | 165 | 70   | 44 | 165 |
|     |               | Juni  | 90   |    | 160 | 90   |    | 255 | 90   |    | 255 |
| E   | Vårkorn       | April | 100  | 0  | 0   | 100  | 0  | 0   | 70   | 0  | 0   |

### Statistiska beräkningar

För att jämföra skillnader i utlakning av växtnäring gjordes variansanalys enligt GLM (SAS version 9.1).

## RESULTAT OCH DISKUSSION

### Produktskördar och bortförsel av kväve med skördade produkter

Produktskördar av potatis och vårkorn, kväveskördar, samt uppmätt kväveinnehåll i blast och halm redovisas i tabell 4. Stärkelsepotatisen hade den högsta produkt- och kväveskörden, i medeltal ca 49 ton resp. 137 kg N per hektar, följt av sommar- och matpotatis. Skörden av färskpotatis blev i medeltal 15 ton/ha med en kväveskörd på drygt 30 kg N/ha. I relation till kvävegödslingen bortfördes med skördeprodukten störst andel av tillfört gödselkväve i ledet med sommarpotatis (97 %) följt av stärkelsepotatis (86 %), matpotatis (79 %), vårkorn (72 %), och ledet med färskpotatis (47 %).

### Kväveupptag i fånggrödor

Oljerättikan som såddes omkring månadsskiftet juni – juli efter färskpotatis hann utvecklas kraftigt, med ett ovanjordiskt kväveinnehåll på ca 30 kg/ha. Växtmaterialet hade på senhösten i medeltal en C/N-kvot på drygt 30, vilket tycks medfört att det upptagna kvävet i oljerättikan till stor del bibehölls under vintern (tabell 5). I rågvete, sått efter skörd av sommar- och matpotatis, uppmättes vid flertalet tillfällen kväveinnehåll som var mindre än 10 kg/ha. Resultatet överensstämmer väl med vad som tidigare uppmätts i andra höstsädesgrödor sådda efter matpotatis, t.ex. Torstensson, 2003, Aronsson *et al.* 2003. Att så en höstsädesgröda som fånggröda efter medelsen eller sen potatis förefaller mest vara av kosmetisk karaktär, dess inverkan på kväveutlakningen är mer eller mindre försumbar. Orsaken är främst att tiden för utveckling och kväveupptag oftast blir allt för kort.

Tabell 4. Skördar av potatis (färskvikt) och vårkorn (15 % vattenhalt), skördeprodukternas och skörde-resternas kväveinnehåll samt storlekssortering av potatis

| År       | Led | Huvudgröda    | Skörd  |      | N<br>kg/ha | Sortering (%) |      |       |       | N i Blast/Halm |       |          |
|----------|-----|---------------|--------|------|------------|---------------|------|-------|-------|----------------|-------|----------|
|          |     |               | ton/ha | Ts % |            | N %           | < 40 | 40-55 | 55-75 | >75            | kg/ha | C/N-kvot |
| 2007     |     |               |        |      |            |               |      |       |       |                |       |          |
|          | A   | Färskpotatis  | 17.9   | 17.6 | 1.25       | 39            | 0.4  | 47.1  | 52.5  | –              | 16    | 20       |
|          | B   | Sommarpot.    | 46.4   | 21.9 | 1.03       | 104           | 9.2  | 84.3  | 6.4   | –              | 41    | 27       |
|          | C   | Matpotatis    | 35.1   | 22.1 | 1.29       | 100           | 20.0 | 78.0  | 2.0   | –              | i.u.  | i.u.     |
|          | D   | Stärkelsepot. | 43.7   | i.u. | i.u.       | i.u.          | 4.7  | 81.4  | 13.3  | 0.6            | i.u.  | i.u.     |
|          | E   | Vårkorn       | 4.8    | 15.0 | 2.04       | 84            | –    | –     | –     | –              | 17    | 60       |
| 2008     |     |               |        |      |            |               |      |       |       |                |       |          |
|          | A   | Färskpotatis  | 15.3   | i.u. | i.u.       | i.u.          | 4.0  | 72.6  | 23.4  | –              | 56    | 12       |
|          | B   | Sommarpot.    | 42.6   | 16.9 | 1.40       | 101           | 14.9 | 85.1  | –     | –              | 37    | 15       |
|          | C   | Matpotatis    | 34.3   | 20.0 | 1.56       | 108           | 14.3 | 34.2  | 43.8  | 7.7            | 23    | 16       |
|          | D   | Stärkelsepot. | 58.4   | 25.5 | 1.13       | 169           | 3.8  | 25.6  | 56.3  | 14.3           | 14    | 60       |
|          | E   | Vårkorn       | 2.5    | 15.0 | 1.26       | 37            | –    | –     | –     | –              | 15    | 50       |
| 2009     |     |               |        |      |            |               |      |       |       |                |       |          |
|          | A   | Färskpotatis  | 11.8   | 12.8 | 1.76       | 27            | 1.3  | 73.3  | 25.4  | –              | 27    | 11       |
|          | B   | Sommarpot.    | 45.5   | 16.7 | 1.11       | 85            | 1.0  | 83.3  | 15.7  | –              | 44    | 18       |
|          | C   | Matpotatis    | 45.8   | 19.0 | 1.17       | 102           | 4.3  | 63.4  | 32.3  | –              | 35    | 20       |
|          | D   | Stärkelsepot. | 45.2   | 22.9 | 1.02       | 106           | 2.7  | 43.7  | 53.6  | –              | 47    | 30       |
|          | E   | Vårkorn       | 5.7    | 15.0 | 1.50       | 73            | –    | –     | –     | –              | 5     | 130      |
| Medeltal |     |               |        |      |            |               |      |       |       |                |       |          |
|          | A   | Färskpotatis  | 15.0   | 15.2 | 1.50       | 33            | 1.9  | 64.3  | 33.8  | –              | 33    | 14       |
|          | B   | Sommarpot.    | 44.8   | 18.5 | 1.18       | 97            | 8.4  | 84.2  | 11.1  | –              | 41    | 20       |
|          | C   | Matpotatis    | 38.4   | 20.4 | 1.34       | 103           | 12.9 | 58.5  | 26.0  | –              | 29    | 18       |
|          | D   | Stärkelsepot. | 49.1   | 24.2 | 1.08       | 137           | 3.7  | 50.2  | 41.1  | –              | 30    | 45       |
|          | E   | Vårkorn       | 4.3    | 15.0 | 1.60       | 65            | –    | –     | –     | –              | 12    | 80       |

i.u. = Ingen uppgift

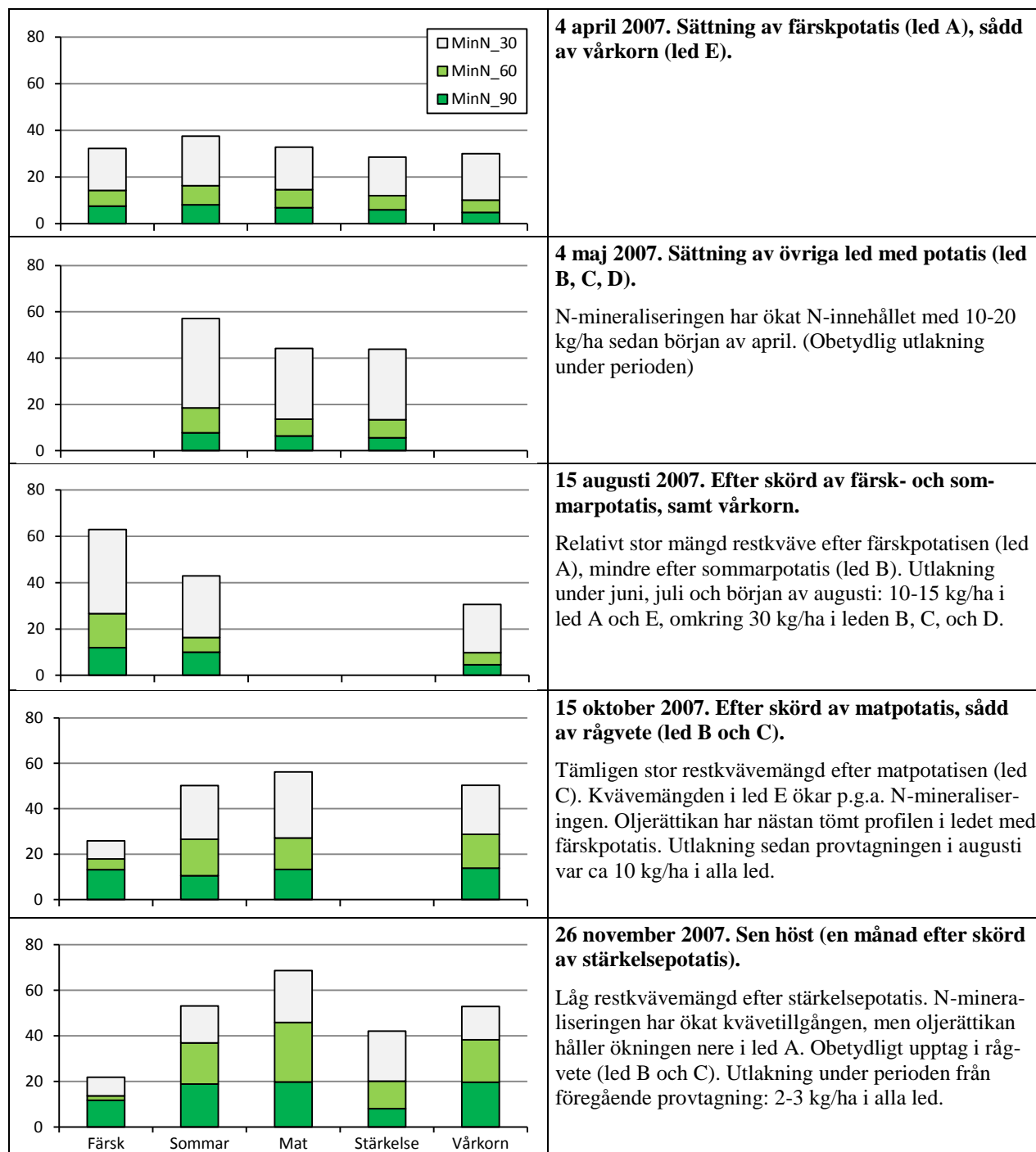
Tabell 5. Kväveinnehåll och C/N-kvot i fånggrödornas ovanjordiska delar på senhösten, samt uppskattat totalt kväveinnehåll (antaget att 40 % av totala N-innehållet fanns i rötterna)

| År              | Led: | Färskpotatis |         | Sommarpotatis |         | Matpotatis |         |
|-----------------|------|--------------|---------|---------------|---------|------------|---------|
|                 |      | N (kg/ha)    | CN-kvot | N (kg/ha)     | CN-kvot | N (kg/ha)  | CN-kvot |
| 2007/2008       |      | 19           | 23      | 1             | 9       | 1          | 9       |
| 2008/2009       |      | 55           | 28      | 11            | 10      | *0         | –       |
| 2009/2010       |      | 19           | 44      | 2             | 8       | 2          | 8       |
| Medeltal        |      | 31           | 32      | 4             | 9       | 1          | 9       |
| Totalt N-upptag |      | 52           |         | 7             |         | 2          |         |

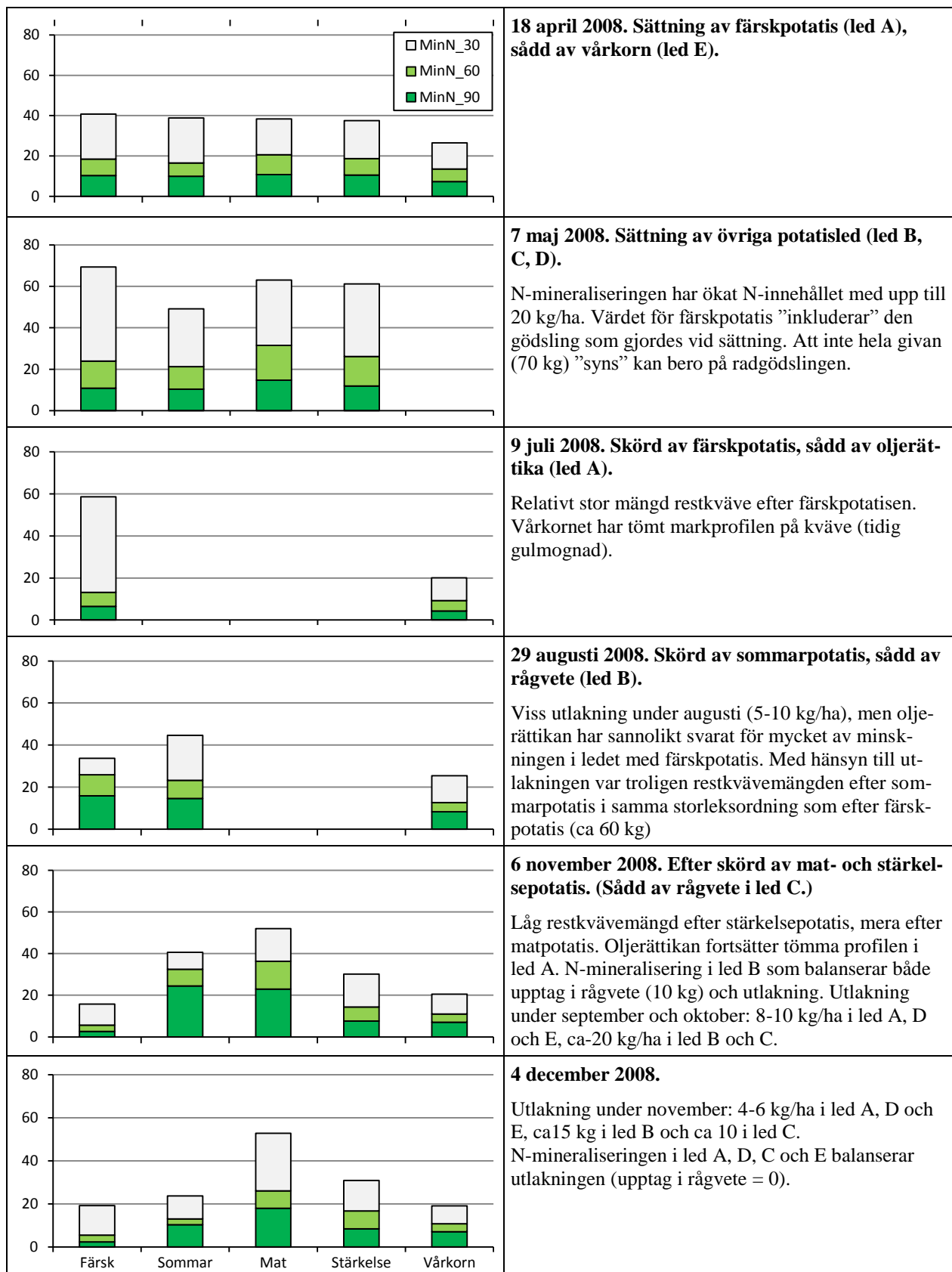
\*Grödan ej provtagningsbar (knappt uppkommen).

## Mineralkväve i markprofilen

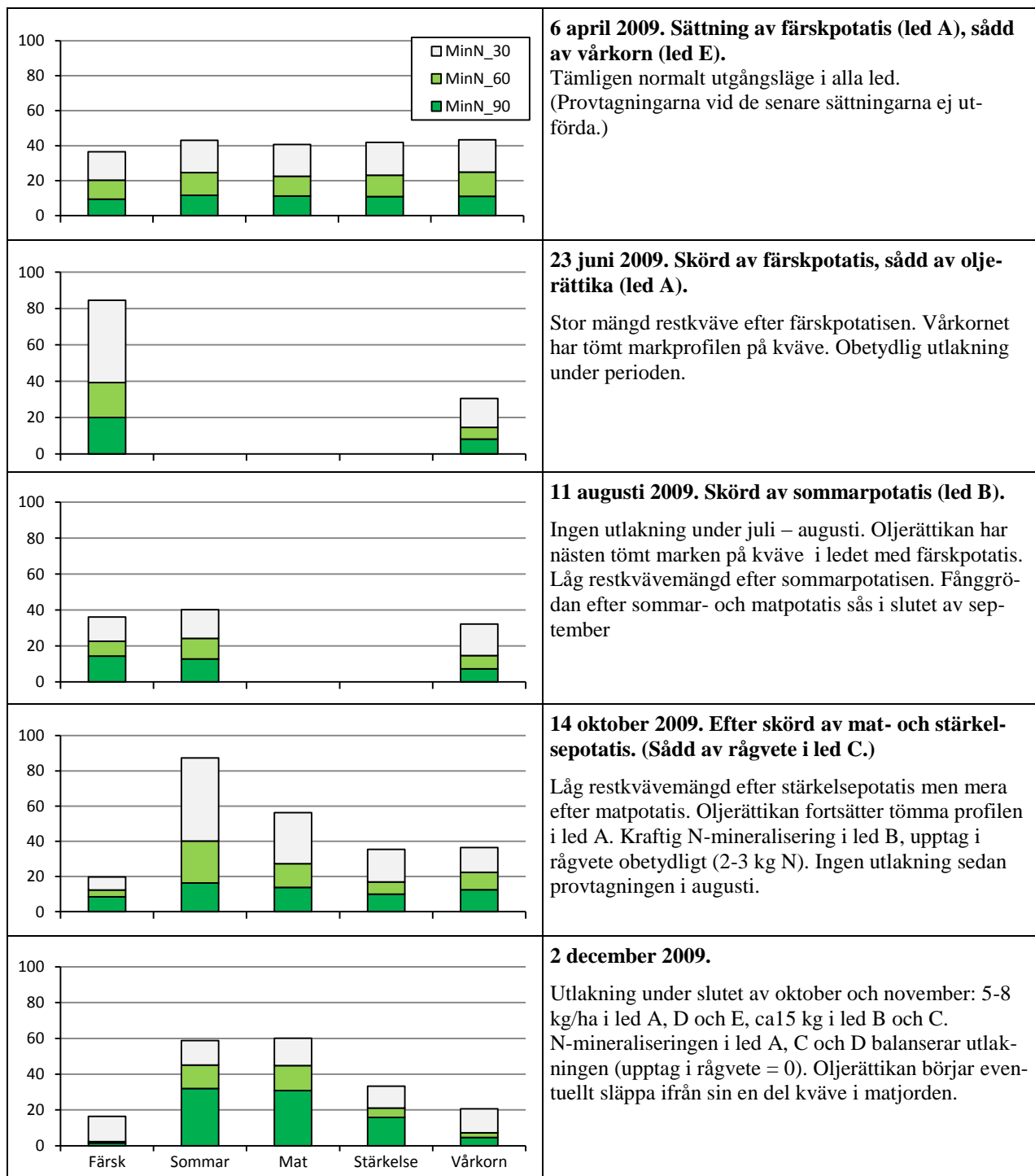
Resultaten från utförda mineralkväveprovtagningar presenteras med kommentarer i figurerna 2, 3 och 4.



Figur 2. Mineralkväve ( $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ ) i skikten 0-30, 30-60 och 60-90 cm under odlings säsongen 2007 (kg N/ha).



Figur 3. Mineralkväve ( $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ ) i skikten 0-30, 30-60 och 60-90 cm under odlingsåret 2008 (kg N/ha).



Figur 4. Mineralkväve ( $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ ) i skikten 0-30, 30-60 och 60-90 cm under odlingssäsongen 2009 (kg N/ha).

## Nederbörd och avrinning

Såväl årlig nederbörd och avrinning liksom fördelningen under året varierade kraftigt mellan de tre åren. Utlakningsåret 2007/08 uppgick nederbörden till 965 mm medan nederbörden de efterföljande stannade vid 613 respektive 633 mm (figur 5a). Vegetationsperioden (maj - september) 2007 utmärktes av ovanligt hög nederbörd, 724 mm, vilket var nästan dubbelt så mycket som under motsvarande period de efterföljande åren, ca 340 mm.

Avrinningen under avrinningsperioden 2007/08 blev följaktligen betydligt högre än de efterföljande åren (figur 5a). En ovanligt stor del av avrinningen skedde under perioden juni till september (figur 6a). Det efterföljande året (2008/09) utmärktes av en våt senhöst men tämligen låg avrinning efterföljande vår (figur 7a). Det sista året fick man, efter en jämförelsevis kall vinter, en tydlig vårflodsavrinning under mars månad (figur 8a).

## Utlakning av kväve och fosfor

De olika försöksårens utlakning följde i stort sett samma mönster som avrinningen med de största utlakningsförlusterna av kväve och fosfor under 2007/08 (figur 5b och 5c). Som genomsnitt var kväveutlakningen ca 3 gånger större det första året jämfört med de båda efterföljande, vilket var en effekt av att en stor del av avrinningen det året skedde under vegetationsperioden när tillgången på gödselkväve var stor i markprofilen (figur 6-8). Utlakningen av fosfor påverkades i ännu högre grad av avrinningens storlek och fördelning, utlakningen av fosfor var det första året närmare fyra gånger större än de efterföljande.

### *Utlakning efter olika potatistyper*

Som medeltal för hela perioden uppvisade sommar- och matpotatis den signifikant högsta utlakningen av kväve. Däremot blev kväveutlakningen efter färskpotatisen låg och i samma nivå som efter vårkornet. Den tidigt sådda fånggrödan i form av oljerättika efter färskpotatis har fungerat effektivt och utan att släppa ifrån sig nämnvärda mängder utlakningsbart kväve efter nerbrukningen på senhösten. Om odlingen bedrivs på detta sätt krävs inga omedelbara ytterligare insatser för att minska kväveutlakningen.

Även efter stärkelsepotatisen blev kväveutlakningen låg, de senare två åren var utlakningen bara obetydligt högre än efter vårkornet, men medeltalet dras upp av den höga utlakningen det första året (figur 5b). Orsaken till den låga utlakningen efter stärkelsepotatis, trots hög kvävegödsling, är den långa växtperioden som ger grödan tid att förutom gödselkvävet, även tillvarata en stor del av det kväve som mineraliseras under hösten.

Sommar- och mat-potatis förefaller vara de potatistyper där det förefaller svårast att bemästra kväveutlakningen. Efter sommarpotatisen skulle det möjligen vara ide att så t.ex. oljerättika som fånggröda, men andra försök med eftersådd oljerättika efter vårsäd har visat att såtidpunkten är kritisk för att få en tillräckligt etablerad och utvecklad (stabil) fånggröda, som inte släpper från sig kvävet under vintern (Torstensson *et al.*, 2011). I det här fallet skördades sommarpotatisen i första halvan av augusti vilket kan vara i senaste laget, men efter skörd i juli månad borde en fånggröda av typen oljerättika vara väl värd att prova.

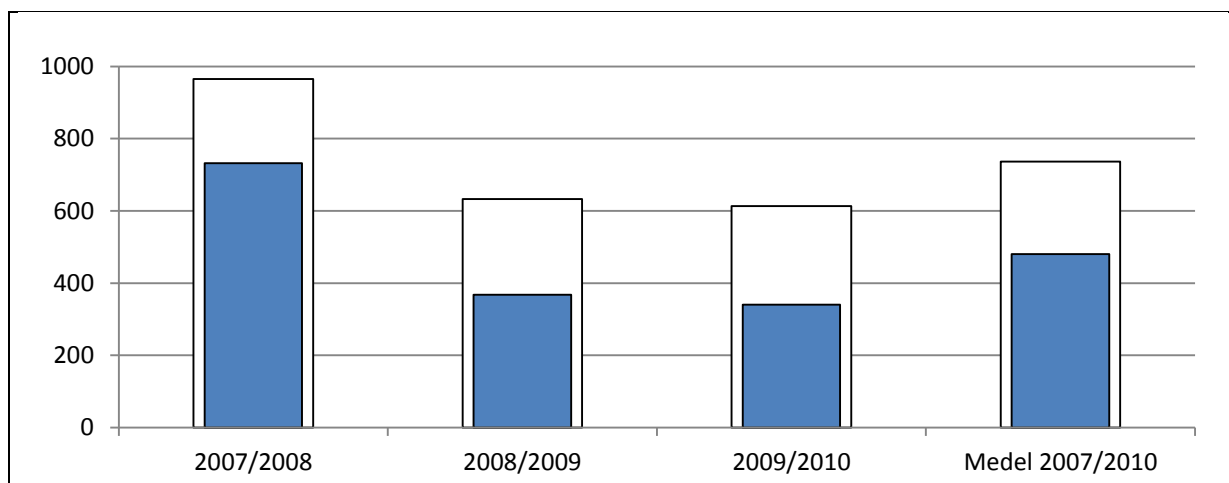
Efter skörden av matpotatis (september) är det i allmänhet för sent att etablera någon meningsfull fånggröda. Här får man kanske lov att inrikta sig mera på att försöka minska ansamlingen av restkväve i nedre delen av profilen. Risken för att kväve hamnar under rotdjupet kan vara extra stor vid den traditionella radodlingen med markerade fåror. Nederbörd och bevattningssvatten ansamlas gärna i fåror och kan påskynda den nedåtgående transporten. Samtidigt är förekomsten av potatisrötter ofta mycket begränsad i området mellan raderna. Metoden med bäddodling ger en mer heltäckande och jämnare fördelning av plantor och förfaller värd

en seriös prövning ur utlakningssynpunkt. Gödslingen kan ske enbart på bäddytan och därmed kan mängden kväve etc. som kan lakas ner i de fåror som finns mellan bäddarna minimeras.

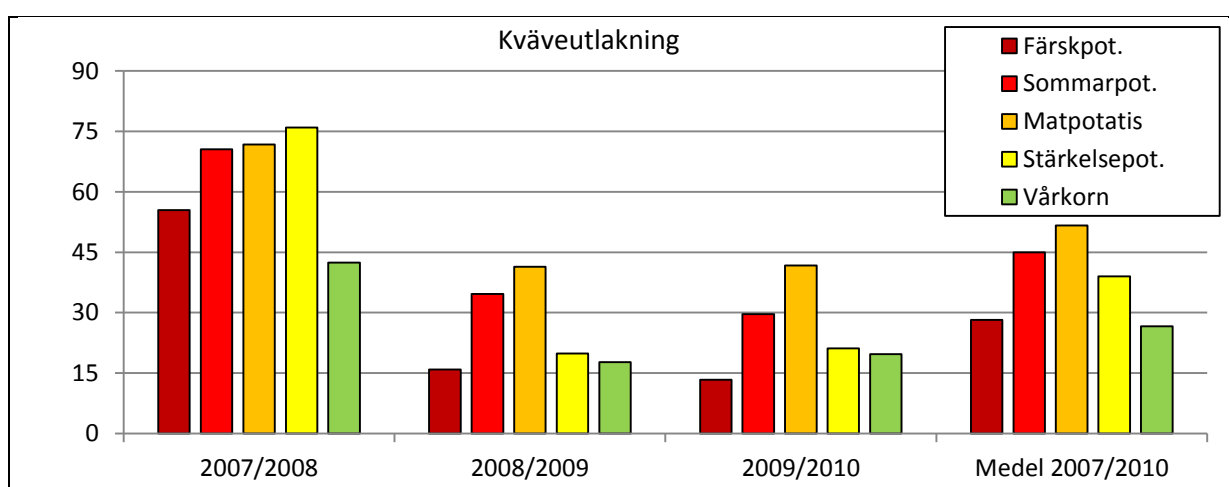
Ett annat förslag som framförts är någon form av samodling med en djuprotad gröda mellan raderna (en mindre pilotstudie med vårvete pågår sommaren 2011).

Den vanligt förekommande sådden av höstsäd efter potatis har här, liksom i tidigare studier (t.ex. Hessel Kjell *et al.*, 1999; Aronsson, *et al.*, 2003), inte visat sig ge nämnvärda effekter på utlakningen, kanske delvis beroende på att den nödvändiga vegetativa utvecklingen i form av stråskjutning etc. inte inträder under hösten. Däremot skulle kanske en vårsäd, sådd enbart som fånggröda, var värd att prova. Havre som såtts efter sista omgången sallat (t.ex. Isberg) har visat sig ge påtagliga utlakningsminskningar trots att den vissnar ner under vintern (Torstensson & Sandin, 2007).

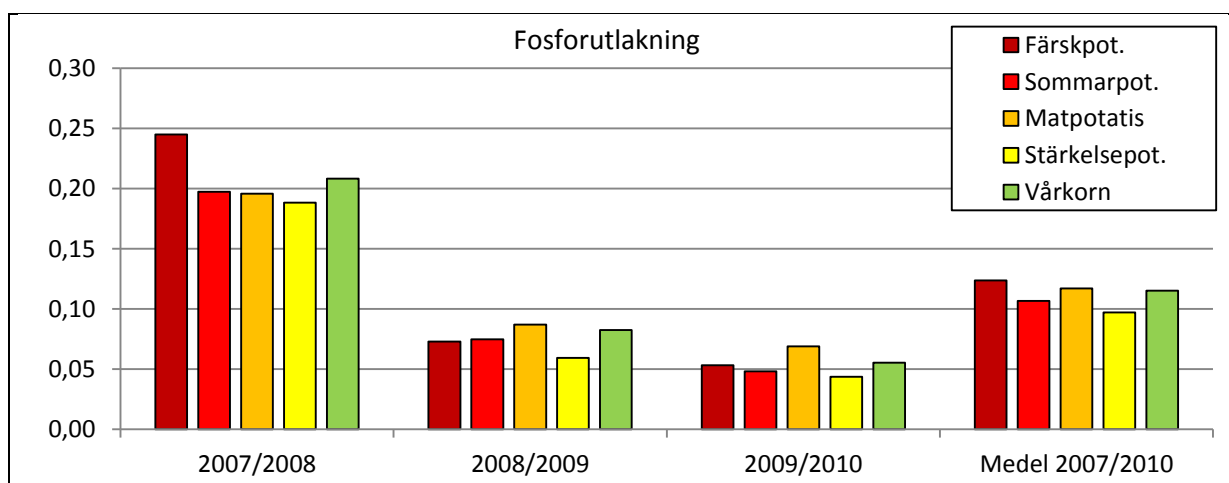
Fosforutlakningen var i medeltal låg (0,10 - 0,13 kg P/ha) och har inte med någon säkerhet påverkats av olika potatistyper eller odlingen av fånggröda. Det är bara det första året, med extra hög avrinning, som färskpotatisen med oljerättika som fånggröda uppvisar en något högre fosforutlakning än de andra leden. Resultaten från denna undersökning tyder inte på att risken för fosforutlakning skall öka påtagligt vid odling av den typen fånggröda i samband med potatisodling.



Figur 5a. Nederbörd (ofylld stapel) och medelavrinning (fylld stapel), (mm/år).

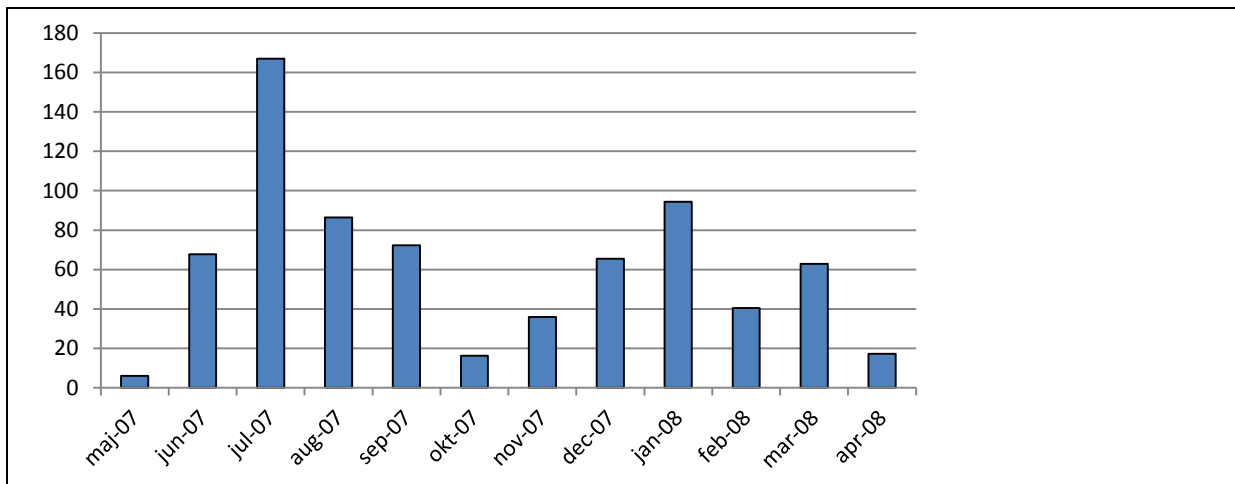


Figur 5b. Utlakning av totalkväve i de olika leden (kg/ha och år).

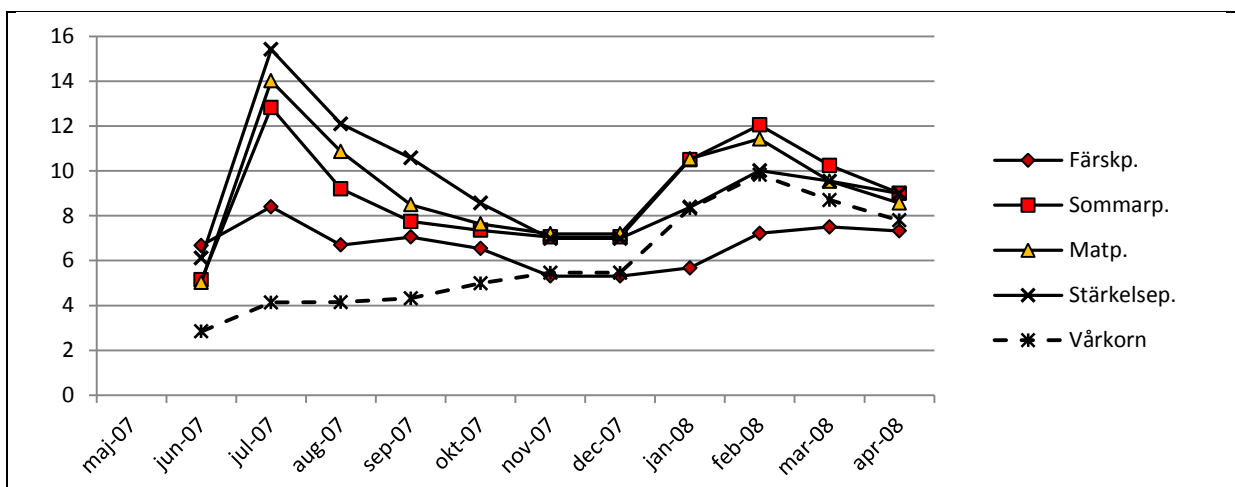


Figur 5c. Utlakning av totalfosfor i de olika leden (kg/ha och år).

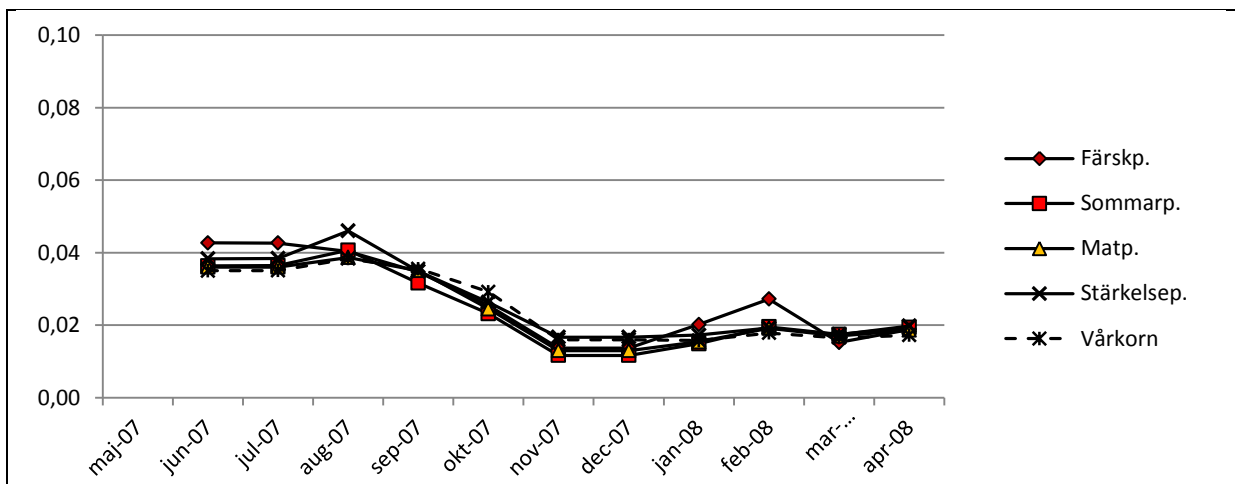




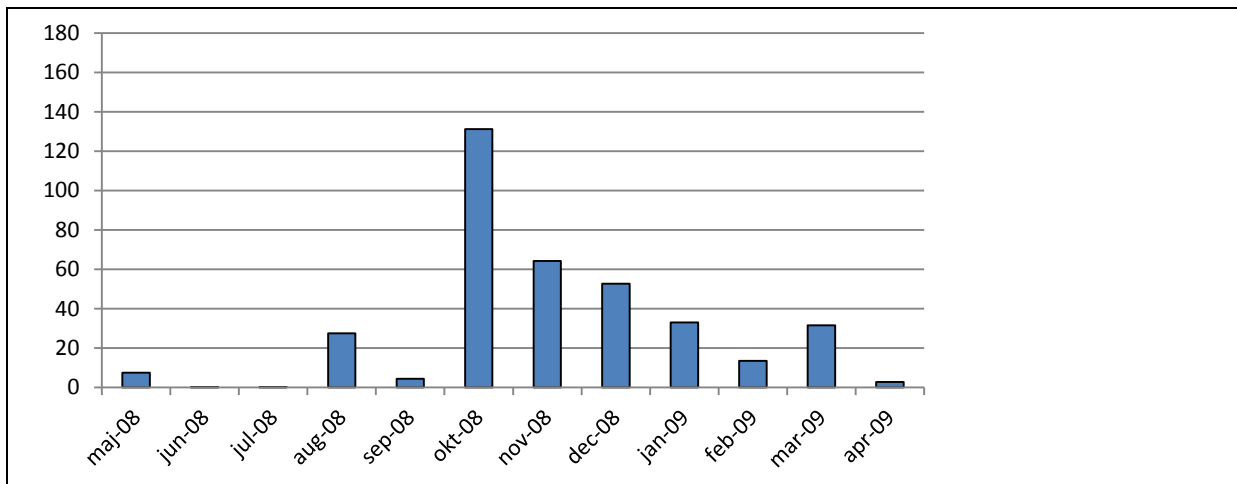
Figur 6a. Månadsvis medelavrinning under 2007-2008 (mm/månad).



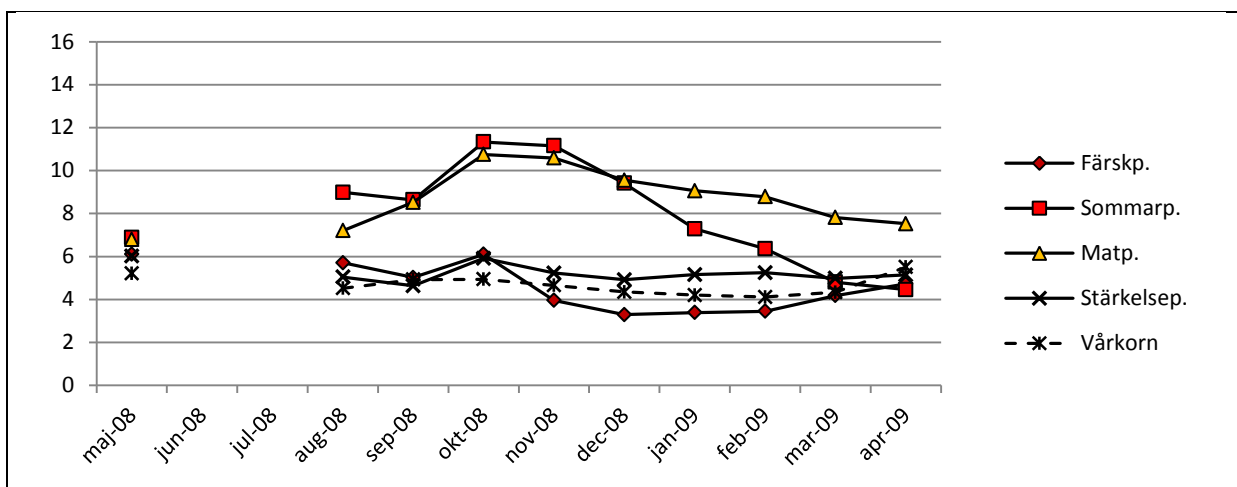
Figur 6b. Integrerade månadsmedelhalter 2007/2008 av totalkväve i dräneringsvattnet (mg/l).



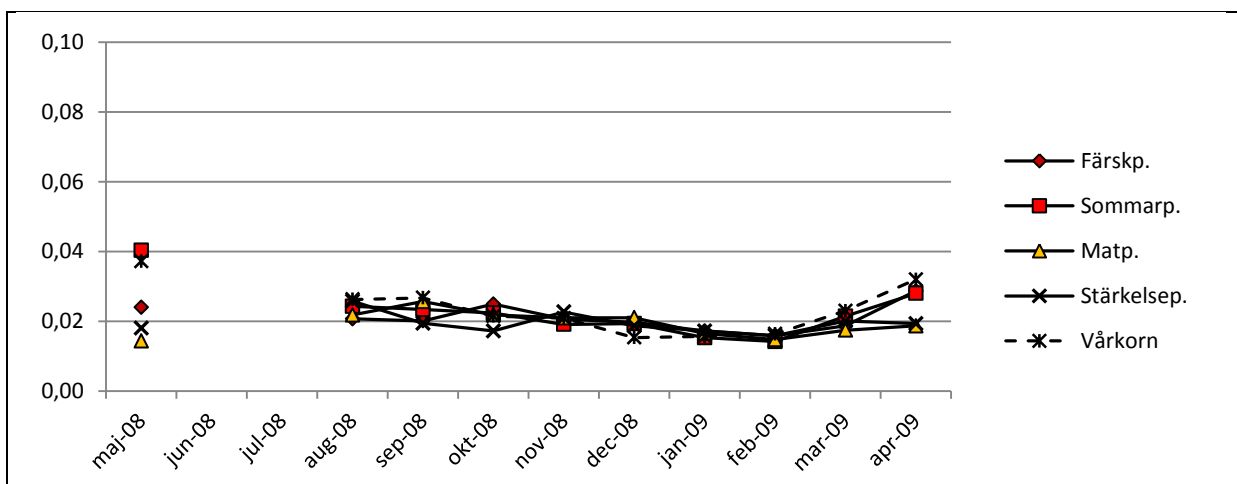
Figur 6c. Integrerade månadsmedelhalter 2007/2008 av totalfosfor i dräneringsvattnet (mg/l).



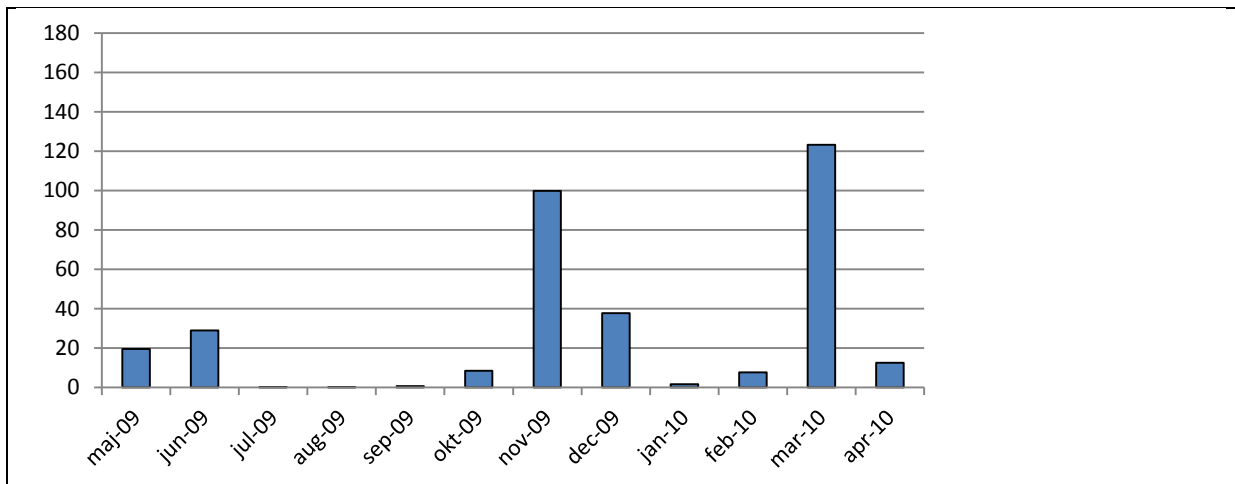
Figur 7a. Månadsvis medelavrinning under 2008-2009 (mm/månad).



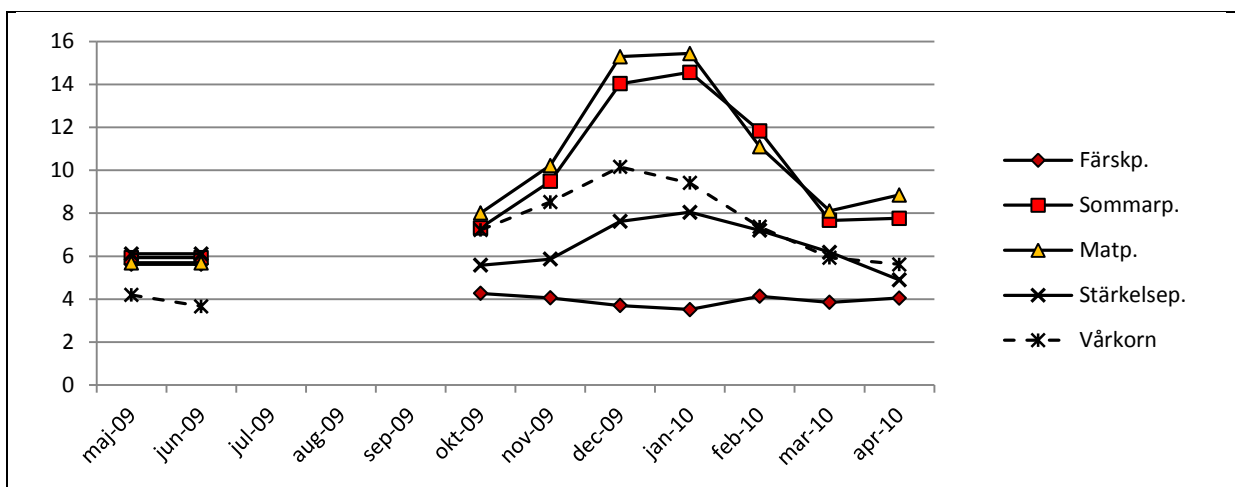
Figur 7b. Integrerade månadsmedelhalter 2008/2009 av totalkväve i dräneringsvattnet (mg/l).



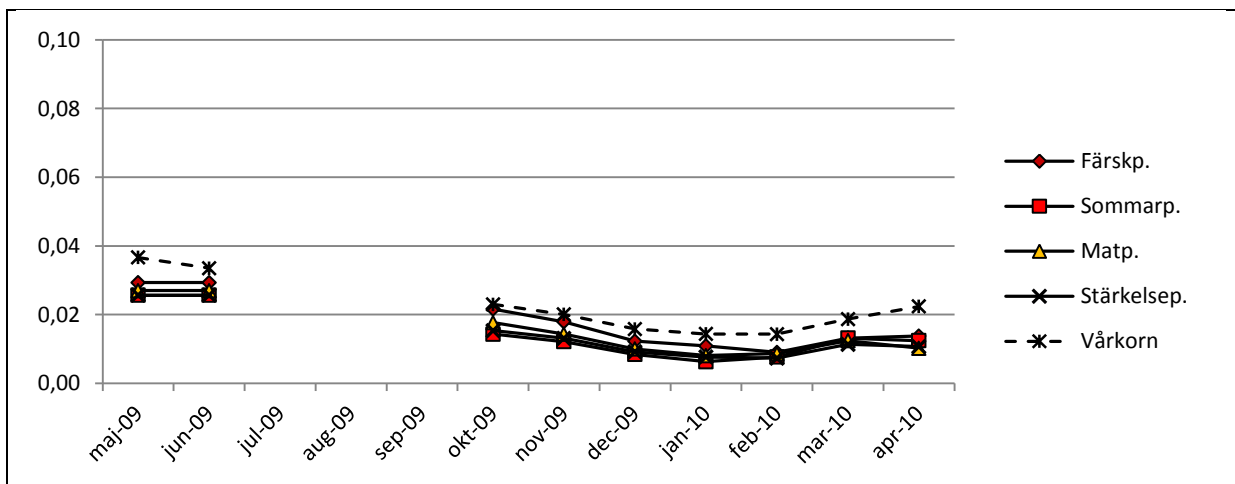
Figur 7c. Integrerade månadsmedelhalter 2008/2009 av totalfosfor i dräneringsvattnet (mg/l).



Figur 8a. Månadsvis medelavrinning under 2009-2010 (mm/månad).



Figur 8b. Integrerade månadsmedelhalter 2009/2010 av totalkväve i dräneringsvattnet (mg/l).



Figur 8c. Integrerade månadsmedelhalter 2009/2010 av totalfosfor i dräneringsvattnet (mg/l).

## Litteratur

- Hessel Tjell, K., Aronsson, H., Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B., Stenberg, M. och Rydberg, T. 1999. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning i handels- och stallgödslade odlingsystem med och utan fånggröda. Resultat från en grovmojord i södra Halland, perioden 1990-1998. Ekohydrologi 50. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Karlsson-Strese, E.-M., Umaerus, M. and Rydberg, I. 1996. Strategy for Catch Crop Development. I. Hypothetical Ideotype and Screening of Species. Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci. 46.
- Torstensson, G. 2003. Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlingsteknik, Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingsystem, Perioden 1999-2002. Ekohydrologi 71. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Aronsson, H., Torstensson, G. och Lindén, B. 2003. Långliggande utlakningsförsök på lätt jord i Halland och Västergötland. Effekter av flytgödsetillförsel, insådda fånggrödor och olika jordbearbetningstidpunkter på kvävedynamiken i marken och kväveutlakningen. Resultat från perioden 1998-2002. Ekohydrologi 74. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Torstensson, G. och Sandin, H., 2007. Utlakning av kväve i fältmässig frilandsodling av sallat. Nitrogen leaching in field-grown lettuce. Ekohydrologi 95. Inst för Mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Torstensson, G., Aronsson, H. och Ekre, E. 2011. Utlakningsförsök med vitsenap och oljerättika som eftersådda fånggrödor. Slutrapport till JV. Ekohydrologi 124. Inst. för Mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.



---

Distribution:

Pris: 50:- (exkl. moms)

Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU)

Institutionen för Mark och miljö

Box 7014

750 07 Uppsala

Tel: 018 - 67 24 60

Fax: 018 - 67 27 95

[www.slu.se/mark](http://www.slu.se/mark)

---